



## BERLIN OFFICE

JOACHIMSTALER STR. 34  
10719 BERLIN/GERMANYTEL.: +49-(0)30-340 609-501  
FAX: +49-(0)30-340 609-512

## MAIN OFFICE

SIEBERTSTR. 3  
81675 MÜNCHEN/GERMANYPOB 86 07 67  
81634 MÜNCHEN/GERMANYTEL.: +49-(0)89-413 04-0  
FAX: +49-(0)89-413 04-111  
FAX TRADEMARKS: /-400patents@vossiusandpartner.com  
trademarks@vossiusandpartner.com  
www.vossiusandpartner.com

## BASEL OFFICE

NADELBERG 3  
4051 BASEL/SWITZERLANDTEL.: +41-(0)61 560 1490  
FAX: +41-(0)61 560 1488

Opposition against EP Patent 1516938  
(Application No.: 03 76 0884.1)  
Patentee: Nippon Steel Corporation  
Opposition by: Corus UK Ltd., et al.  
Your Ref.: NSC-M817-EP  
Our Ref.: K3021 OPP(EP) S5

bw

Partial English translation of document E3 cited by  
Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke

(...)

(57) Steel having a carbon equivalent below 0.41 for castings used at very low temperatures. The steel is used for castings intended for use at temperatures down to -60°C. Steel composition, wt%:

carbon	0.09 to 0.13
manganese	1.30 to 1.60
silicon	0.20 to 0.35
titanium	0.005 to 0.02
aluminium	0.02 to 0.04
chromium	max. 0.20
nickel	max. 0.20
copper	max. 0.20
molybdenum	max. 0.05
phosphorus	max. 0.015
sulfur	max. 0.015

wherein the carbon/manganese ratio is indicated in the following equation: (% Mn) =  $6.6/0.343 - (°C) - 0.13$ .

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz  
anerkannt nach dem Abkommen über die  
gegenseitige Anerkennung von Urheber-  
scheinen und anderen Schutzdokumenten  
für Erfindungen vom 18.12.1978

PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 241 534 A3

4(51) C 22 C 38/04

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP C 22 C / 252 095 7

(22) 18.06.83

(45) 17.12.88

(31) PV8593-82

(32) 30.11.82

(33) CS

(71) CKD Praha, oborový podnik, Praha 9, U Kolbenky 159, CS

(72) Matula, František, Dipl.-Ing.; Levicek, Petr, Dipl.-Ing.; Balcar, Karel, Dipl.-Ing.; Stransky, Karel, Dr. Dipl.-Ing.; Huda, Alois, Dipl.-Ing.; Vavrina, Jural, Dipl.-Ing.; Kupka, Frantisek, CS

(89) 230729, CS

(54) Stahl mit einem Kohlenstoffäquivalent unter 0,41 für GuStteile, die bei sehr niedrigen Temperaturen eingesetzt werden

(57) Stahl mit einem Kohlenstoffäquivalent unter 0,41 für GuStteile, die bei sehr niedrigen Temperaturen eingesetzt werden. Der Stahl wird für GuStteile verwendet, die für den Einsatz bei Temperaturen bis  $-60^{\circ}\text{C}$  vorgesehen sind.

Zusammensetzung des Stahls, Ma.-%:

Kohlenstoff 0,09 bis 0,13

Mangan 1,30 bis 1,60

Silizium 0,20 bis 0,35

Titan 0,005 bis 0,02

Aluminium 0,02 bis 0,04

Chrom max. 0,20

Nickel max. 0,20

Kupfer max. 0,20

Molybdän max. 0,05

Phosphor max. 0,015

Schwefel max. 0,015

wobei das Wechselverhältnis von Kohlenstoff und Mangan hierbei in der Gleichung  $(\% \text{ Mn}) = 8,6/0,343 - (^{\circ}\text{C}) - 0,13$  angegeben ist.

ISSN 0433-6461

6 Seiten

Изобретение касается стали с эквивалентом углерода меньше чем 0,41, для отливок, предназначенных для работы при очень низких температурах до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Сталь предназначена преимущественно для отливок сферических затворов для газопроводов.

Отливки, предназначенные для работы при низких температурах, до сих пор отливаются из сталей с содержанием углерода 0,15 - 0,19 % весовых и марганца 1,30 - 1,40 % весовых. Отливки из этой стали надо еще дальше обрабатывать и их применение возможно только до температуры  $-40^{\circ}\text{C}$ . Стливки до температуры  $-55^{\circ}\text{C}$  отливаются из сталей, которые содержат еще до 0,5 % весовых кремния и для температур до  $-60^{\circ}\text{C}$  сталь легируется 3 - 5 % весовых никеля.

Стали для отливок, предназначенных для работы при низких температурах, производятся в основных дуговых печах двухшлаковой технологией. Обычно поддерживается принцип интенсивного углеродистого кипения с целью достаточного обезгаживания ванны. После последней добавки железной окислительной руды в конце окисления выдерживается чистое кипение, обычно 20 - 25 минут. Потом стягивается окислительный шлак и образуется новый шлак из извести и плавикового шпата или боксита. Восстановительный период плавки происходит под новым шлаком обычно при активности кислорода 35 - 80 ppm. Скончателное раскисление обычно производится в ковше алюминием или алюминием и силикокальцием.

В настоящее время для отливок сферических затворов газопроводов, работающих при температурах до  $-60^{\circ}\text{C}$ , требуется дополнительная характеристика, эквивалент углерода

$C_{\text{экв}}$ , значение которого должно быть меньше чем 0,41.

Этому требованию не удовлетворяет никакая из сталей, применяемых до сих пор для отливок, работающих при температурах  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Эквивалент углерода  $C_{\text{экв}}$  определяется по формуле

$$C_{\text{экв}} = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Ni}{15} + \frac{\%Cu}{15} + \frac{\%V}{5} + \frac{\%Mo}{5} + \frac{\%Cr}{5}$$

Также требуется, чтобы сталь для указанных отливок обладала следующими механическими свойствами:

прочность	$R_m$ (МПа)	420 - 570
предел текучести	$R_e$ (МПа)	мин. 355
тягучесть	$A_5$ (%)	мин. 25
сужение	$Z$ (%)	мин. 30
ударная вязкость	$KCU_{3+20}$ ( $J_{cm}^{-2}$ )	мин. 80
ударная вязкость	$KCU_{3-60}$ ( $J_{cm}^{-2}$ )	мин. 50
ударная вязкость	$KCU_{3-60}$ ( $J_{cm}^{-2}$ )	мин. 30

Эта проблема решена сталью согласно изобретению, сущность которого состоит в том, что сталь содержит следующие элементы в весовых процентах:

углерод	0,09 - 0,13
марганец	1,30 - 1,60
кремний	0,20 - 0,35
титан	0,005 - 0,02
алюминий	0,02 - 0,04
хром	следы макс. 0,20
никель	следы макс. 0,20
медь	следы макс. 0,20
молибден	следы макс. 0,05
фосфор	следы макс. 0,015
сера	следы макс. 0,015

причем взаимное весовое отношение содержания углерода и марганца должно удовлетворять формуле

$$(\%Mn) = 8,6 \cdot \%C - 0,13$$

Взаимное весовое отношение углерода и марганца обеспечено уже в течение металлургического процесса производства стали.

У стали обеспечится как предел текучести  $R_e$  выше,

чем 355 МПа, так одновременно и значение эквивалента углерода  $C_{\text{экв}}$  меньше, чем 0,41.

Когда обеспечится, чтобы предел текучести  $R_e$  прокатанной стали был выше чем 355 МПа, то и ударная вязкость при  $-60^\circ\text{C}$  КСЧ $^{-60}$  будет больше чем  $30 \text{ Jcm}^{-2}$ .

Значение ударной вязкости при  $-60^\circ\text{C}$  зависит также и от содержания водорода в стали. Когда окислительный шлак устранят раньше всего 6 и позже всего 10 минут после последней добавки кусковой окислительной железной руды или сейчас после окончания кислородного дутья и немедленно образуется новый шлак, пока в ванне еще происходит углеродное кипение, можно получить сталь с низким содержанием водорода.

Значение ударной вязкости при  $-60^\circ\text{C}$  зависит также от чистоты стали и ее зернистости. Когда окисление происходит так, чтобы температура ванны в конце окисления находилась в пределах  $1580 - 1600^\circ\text{C}$  и не как обычно в широком диапазоне температур  $1570 - 1620^\circ\text{C}$ , и в конце окисления произойдет очень интенсивное осадительное раскисление алюминием так, чтобы активность кислорода в ванне упала под 25 ppm /до сих пор активность кислорода в восстановительном периоде плавки обычно находится в пределах 35 - 60 ppm /, возникнут хорошие условия для всплывания включений и получится сталь с отличной чистотой. Одновременно возникнут условия для минимального угара марганца при легировании и низкого угара раскисляющих примесей при окончательном раскислении.

Примерное выполнение изобретения:

В основную электрическую дуговую печь с объемом плавки 8 т была вложена шихта с химическим составом в весовых процентах: углерод 0,46; марганец 0,38; фосфор 0,026; сера 0,019; хром 0,18; никель 0,11; медь 0,12.

После расплавления шихты был с помощью примеси извести образован шлак и началось окисление углерода примесью кусковой окислительной железной руды. Шлак был в течение всего времени регулирован добавками извести. После достижения содержания углерода в ванне 0,09 % весовых было произведено стяжение окислительного шлака и образован новый шлак из извести и боксита. После достижения содержания углерода 0,06 % весовых было про-

- 4 -

изведено интенсивное осадительное раскисление алюминием  $/1,9 \text{ кг.т}^{-1}/$ . Активность кислорода понизилась из 241 ррм до 23 ррм. Шлак был раскислен примесью пылеобразного ферросилиция, содержание окиси железа в шлаке понизилось до 1,1 % весовых. Температура ванны достигла  $1600^{\circ}\text{C}$ . После осадительного раскисления полученная ванна следующий химический состав в % весовых: углерод 0,08; марганец 0,18; кремний 0,19; фосфор 0,006; сера 0,01; хром 0,09; никель 0,11; медь 0,12; алюминий 0,071.

Согласно выражению  $\text{[Mn]} = 6,6 \cdot 10^{-3} \cdot \text{[C]} - 0,13$  было с учетом требования  $\text{C}_{\text{экв}} = 0,41$  отрегулировано содержание марганца и при температуре  $1610^{\circ}\text{C}$  произведен выпуск в ковш. Скончателное раскисление было произведено в ковше алюминием  $/0,2 \text{ кг.т}^{-1}/$ , ферротитаном /с содержанием 35 % весовых титана/ в количестве  $1 \text{ кг.т}^{-1}$  и силикокальцитом  $/3 \text{ кг.т}^{-1}/$ . Произведенная сталь имела следующий химический состав в % весовых:

углерод	0,11
марганец	1,42
кремний	0,31
фосфор	0,009
сера	0,008
хром	0,09
никель	0,11
медь	0,12
алюминий	0,031
титан	0,02
молибден	0,05
$\text{C}_{\text{экв}}$	0,38

После нормализационного отжига отливок были получены следующие значения механических свойств:

прочность	$R_m = 525 \text{ МПа}$
предел текучести	$R_e = 369 \text{ МПа}$
тягучесть	$A_5 = 31,4 \%$
сужение	$Z = 69,8 \%$
ударная вязкость при $20^{\circ}\text{C}$	$KCU_{3+20} = 169,8 \text{ Дж см}^{-2}$
ударная вязкость при $-60^{\circ}\text{C}$	$KCU_{3-60} = 142,6 \text{ Дж см}^{-2}$
ударная вязкость при $-60^{\circ}\text{C}$	$ICV_{3-60} = 48,2 \text{ Дж см}^{-2}$

241 534

- 5 -

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Сталь с эквивалентом углерода меньше чем 0,41 для отливок, предназначенных для работы при очень низких температурах вплоть до  $-60^{\circ}\text{C}$ , отличающаяся тем, что содержит в процентах весовых

углерод	0,09 - 0,13
марганец	1,30 - 1,60
кремний	0,20 - 0,35
титан	0,005 - 0,02
алюминий	0,02 - 0,04
хром	макс. 0,20
никель	макс. 0,20
медь	макс. 0,20
молибден	макс. 0,05
фосфор	макс. 0,012
сера	макс. 0,015

причем взаимное весовое отношение содержания углерода и марганца дано выражением

$$\frac{\% \text{Mn}}{\% \text{C}} = 6,6 \pm 0,345 - \frac{\% \text{Si}}{0,13}$$